

*Д.М. Делавари*  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАЛИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА  
МЕТОДОМ ИССЛЕДОВАНИЯ АКТИВНОСТИ РАДИОИЗОТОПА К-40**

*Научный руководитель канд. мед. наук., доц. А.Р. Аветисов*  
*Кафедра радиационной медицины и экологии*  
*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

*D.M. Delavari*  
**DETERMINATION OF POTASSIUM CONTENT IN THE HUMAN BODY  
BY STUDYING THE ACTIVITY OF THE RADIOISOTOPE K-40**

*Tutor: PhD, associate professor A.R. Avetisov*  
*Department of Radiation Medicine and Ecology*  
*Belarusian State Medical University, Minsk*

**Резюме.** Исследование призвано выявить возможность определения массы калия в организме человека с помощью детекции  $\gamma$ -излучения его радиоизотопа К-40. В ходе исследования данная возможность подтвердилась, на основании полученных данных выявлены закономерности распределения калия в организме человека в зависимости от пола, возраста и индекса массы тела.

**Ключевые слова:** калий, спектрометр излучений человека.

**Resume.** The study aims to reveal the possibility of determining the mass of potassium in the human body by detecting gamma radiation of its radioisotope K-40. During the study, this possibility was confirmed, on the basis of the data obtained, patterns of potassium distribution in the human body were revealed depending on gender, age and body mass index.

**Keywords:** potassium, human radiation spectrometer.

**Актуальность.** Калий является важным макроэлементом, ответственным за многие физиологические процессы. От его количества зависит работоспособность организма человека в целом. Знание о его точном содержании могут помочь как диагностировать различные заболевания, так и вести профилактический скрининг населения. Достоверно известно, что радиоизотоп К-40 является неотделимой частью природного калия [4]. Содержание К-40 в природной смеси изотопов калия стабильно и составляет 0,0117 %. Исходя из знаний о явлении активности радиоактивных веществ и данных о содержании К-40 возможно достаточно точно рассчитать массу калия в организме человека путём детекции  $\gamma$ -излучения в ходе радиоактивного распада К-40. Использование метода спектрометрии излучений человека (далее СИЧ) является достаточно экономичным, простым и не инвазивным в сравнении с традиционными методами определения калия.

**Цель:** изучить возможность определения массы калия путём детекции  $\gamma$ -излучения радиоизотопа К-40.

**Задачи:**

1. Анализ распределения активности К-40.
2. Расчет содержания массы калия в организме человека
3. Построение зависимости содержания К-40 от массы тела, возраста и пола.

4. Изучение возможности перевода полученных результатов измерений в систему СИ, в данном случае в граммы, путём составления математической формулы.

**Материалы и методы.** Использованы данные измерений активности К-40 с помощью СИЧ в Лунинецком районе Брестской области за пять лет (2015-2019 гг.). Предварительная обработка результатов проводилась с помощью программы MS Excel, а именно расчёт ИМТ, разделение на возрастные группы по МКРЗ, вычисление удельной активности К-40 (на кг массы тела), перевод активности К-40 в массу общего калия.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Statsoft Statistica 12.

Полученные данные были подвержены регрессионному анализу и проверке критерием однородности. В данной программе были получены следующие данные: выделены описательные статистики (мода, медиана, стандартное отклонение, эксцесс, асимметрия и квартили), проверка гипотезы нормального распределения тестом Колмогорова-Смирнова, созданы графики удельного и абсолютного содержания калия, созданы регрессионные графики зависимости содержания калия от других факторов и вычислены уравнения регрессии.

**Результаты и их обсуждение.** При проведении исследования подтвердилась возможность определять массу калия в организме человека с помощью СИЧ исходя из знаний природного соотношения изотопов. Для этого была выведена рабочая математическая формула (1) перевода активности К-40 в массу общего калия организма и его удельного содержания:

$$m = \frac{A_{\text{СИЧ}}}{A_{40\text{К}}} \times \frac{1}{\omega_{40\text{К}}}, \text{ где} \quad (1)$$

$m$  – масса общего калия организма

$A_{\text{СИЧ}}$  – активность К-40 (Бк)

$A_{40\text{К}}$  – активность 1 г чистого изотопа К-40 ( $2,652 \cdot 10^5$  Бк)

$\omega_{40\text{К}}$  – массовая доля К-40 в природе (0,0117%)

Установлены среднее значение и медиана содержания калия в организме человека, которая составила соответственно 91,7 г и 90,15 г для всех возрастных групп, а также среднее значение и медиана удельной массы калия соответственно 1,4 г/кг и 1,39 г/кг массы тела. Согласно тесту на соответствие критерию Колмогорова-Смирнова и Лиллиефорса распределение не является гауссовским ( $p < 0,01$ ), что указывает на необходимость применения непараметрических методов статистических исследований. Рассчитаны меры центральной тенденции и меры изменчивости данных.

Обнаружена статистически значимая зависимость содержания калия от возраста и пола обследованных лиц. Выявлено, что уровень общего калия у мужчин достоверно выше, чем у женщин на 18,6% ( $p < 0,01$ ). Выявлено, что удельная масса калия (г/кг) вне зависимости от пола с возрастом достоверно снижается ( $p < 0,01$ ). Самое высокое удельное содержание калия наблюдается в возрасте до 2 лет. Уравнения регрессии удельного содержания калия имеют следующий вид:

$$\text{Калий(г/кг)} = 1,814 - 0,0087 \times \text{Возраст для мужчин}$$

$$\text{Калий(г/кг)} = 1,5592 - 0,0086 \times \text{Возраст для женщин}$$

Максимальные значения удельного содержания калия встречаются в молодом возрасте ( $p < 0,01$ ). Более высокие значения удельного содержания калия встречаются чаще при нормальном ИМТ ( $p < 0,01$ ).

По совокупности полученных в ходе исследования данных, построен следующий график (Рис. 1) представляющий собой искривлённую поверхность, наглядно отражающий закономерности распределения значений удельного содержания калия в зависимости от возраста и индекса массы тела. Эти данные сопоставимы с данными авторитетных источников [2–4].

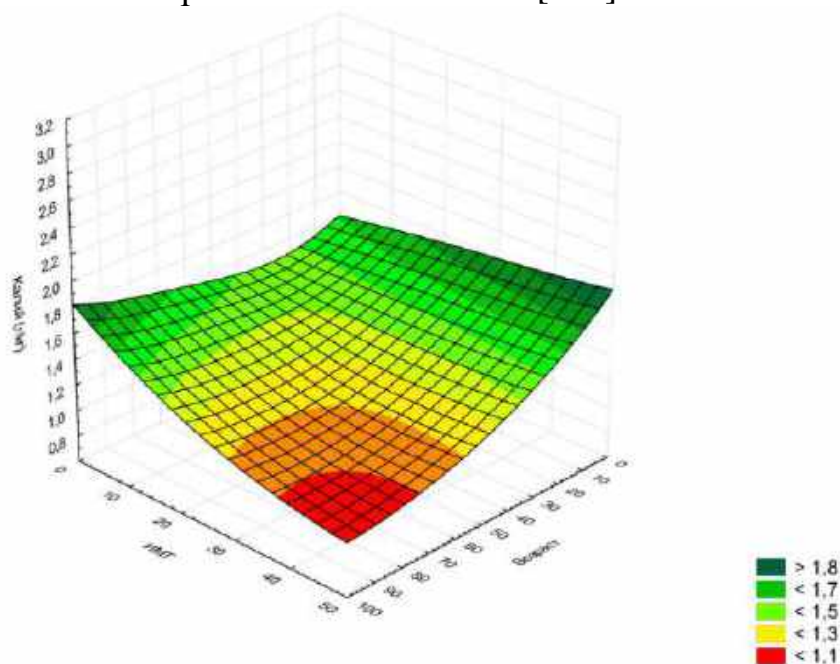


Рис. 1 — Калий (г/кг) в связи с возрастом и ИМТ

### Выводы:

1. Содержание калия в организме возможно рассчитать путём детекции  $\gamma$ -излучения К-40 с помощью спектрометра излучений человека.
2. Содержание калия в организме человека с возрастом снижается.
3. Содержание калия в организме мужчин достоверно выше, чем у женщин.
4. ИМТ является фактором риска содержания калия в организме человека, что в свою очередь влияет на вероятность развития заболеваний сердечно-сосудистой системы.
5. Неинвазивное определение содержания калия в организме может быть использовано в диагностических целях. Использование метода СИЧ в отличие от традиционной биохимии крови является не инвазивным, простым и дешёвым методом измерения калия в организме человека. Существующие аппараты СИЧ позволяют, в том числе проводить скрининг населения, что благоприятно сказывается на профилактике и диагностике различных патологий.

### Литература

1. Аветисов, А.Р. Оценка накопления  $^{40}\text{K}$  у жителей Лунинецкого района Брестской области / А.Р. Аветисов // Сборник материалов VI межвузовской научно-практической интернет-конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых Актуальные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и лучевой терапии. – Гродно : ГрГМУ, 2022. – С. 3-8.
2. Body Potassium Content and Radiation Dose from  $^{40}\text{K}$  for the Urals Population (Russia) / E.I. Tolstykh [и др.] // PLoS One. – 2016. – Т. 11, № 4. – С. e0154266.
3. Cox, J.R. Potassium Changes with Age / J.R. Cox, W.A. Shalaby // GER. – 1981. – Т. 27, № 6. – С. 340-344.
4. The NUBASE2016 evaluation of nuclear properties / G. Audi [et al.] // Chinese Phys. C. – 2017. – Vol. 41, № 3. – P. 030001.